

## BALL-CONNECTING DEVICE

Patent number: JP2000349227

Publication date: 2000-12-15

Inventor: NISHIMOTO IKUO; KANO SHIRO; MIYAGAWA SHIGEO

Applicant: YAMATAKE CORP

Classification:

- international: H01L23/32; H01L25/04; H01L25/18; H01L29/06;  
H01L23/32; H01L25/04; H01L25/18; H01L29/02; (IPC1-7): H01L23/32; H01L25/04; H01L25/18; H01L29/06

- european:

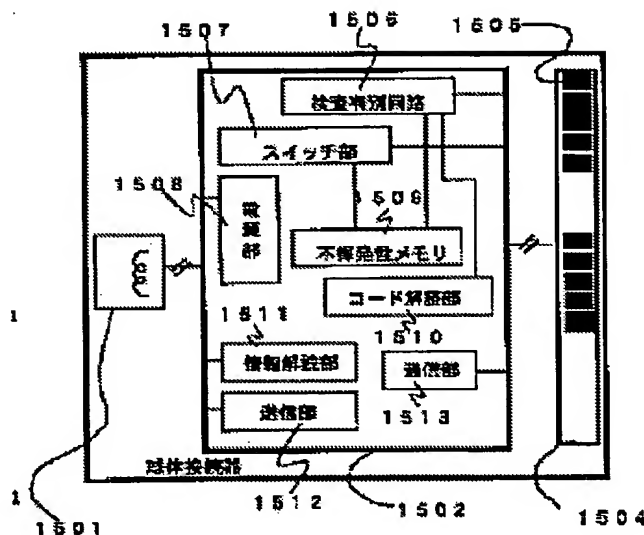
Application number: JP19990154821 19990602

Priority number(s): JP19990154821 19990602

Report a data error here

### Abstract of JP2000349227

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To allow electrical conformity of a connection after mechanical connection work by eliminating the need for precision alignment between spherical semiconductors. **SOLUTION:** A ball-connecting device comprises a pad part 1504, an electronic circuit 1502, and a coil 1501 on the spherical surface. The pad part 1504 comprises N (N is a natural number of 2 or larger)-pairs of mutually related pad surfaces, while the opposite pad surface comprises a plurality of pads 1505. An electronic circuit 1502 comprises an inspection/discrimination circuit 1506, which inspects/discriminates an electrical connection state of the pad 1505 of the pad surface, a switch part 1507 which electrically connects the corresponding pads of the related pad surface based on the result of the inspection/ discrimination circuit 1506, and a power source part 1508 which rectifies the alternating current induced by the coil 1501 in an induction field to supply an internal power source.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-349227

(P2000-349227A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000.12.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 1 L 25/04		H 0 1 L 25/04	Z
25/18		29/06	
29/06		23/32	D
// H 0 1 L 23/32			

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-154821

(22) 出願日 平成11年6月2日 (1999.6.2)

(71) 出願人 000006666

株式会社山武

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号

(72) 発明者 西本 育夫

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社山武内

(72) 発明者 加納 史朗

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社山武内

(72) 発明者 宮川 重雄

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社山武内

(74) 代理人 100064621

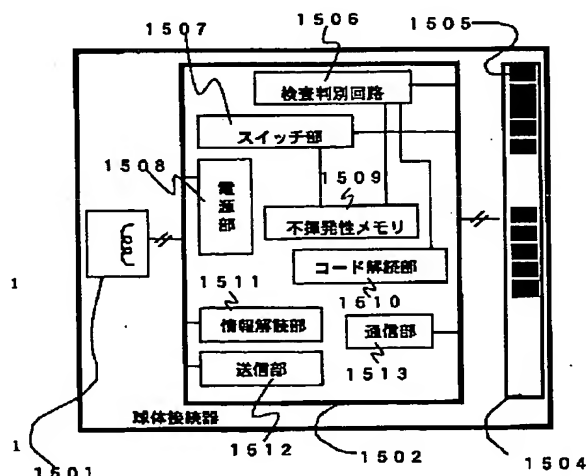
弁理士 山川 政樹

(54) 【発明の名称】 球体接続器

(57) 【要約】

【課題】 球状半導体どうしの精密な位置決めを不要とし、機械的接続作業の後に電氣的に接続の整合を可能にする。

【解決手段】 球体接続器は、球面上にパッド部1504と電子回路1502とコイル1501を有し、パッド部1504はN対の互いに相関したパッド面を有し、対向したパッド面は複数のパッド1505を有し、電子回路1502は、パッド面のパッド1505の電氣的な接続状態を検査判別する検査判別回路1506と、検査判別回路1506の結果に基づき相関したパッド面の対応するパッド間を電氣的に接続するスイッチ部1507と、誘導磁界中にてコイル1501に誘導される交番電力を整流し内部電源を供給する電源部1508とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 球面上にパッド部と電子回路とコイルを有し、

上記パッド部はN対(N=1、2、3、...)の互いに相関したパッド面を有し、

上記パッド面は複数のパッドを有し、

上記電子回路は、

上記パッド面のパッドの電気的な状態を検査判別する検査判別回路と、

上記検査判別回路の結果に基づき上記相関したパッド面の対応するパッド間を電気的に接続するスイッチ部と、誘導磁界中にて上記コイルに誘導される交番電力を整流し内部電源を供給する電源部とを有することを特徴とする球体接続器。

【請求項2】 請求項1において、

上記電子回路は不揮発性メモリを有し、上記検査判別回路の結果を上記不揮発性メモリに格納することを特徴とする請求項1の球体接続器。

【請求項3】 請求項1～2において、

上記球体接続器に接続された球状半導体のパッド部に設けられたピン毎の所定のコードを持つコード格納部からコードを読み出すコード解読部を有することを特徴とする請求項1～2の球体接続器。

【請求項4】 請求項1～3において、

上記誘導磁界は情報に応じて変調された磁界であり、

上記電子回路は、

情報により変調された誘導磁界より情報を解読する情報解読部を有することを特徴とする球体接続器。

【請求項5】 請求項4において、

上記電子回路は、

上記情報に基づき所定の処置を行い、所定の処置の結果情報を送信する送信部を有することを特徴とする球体接続器。

【請求項6】 請求項5において、

上記電子回路は、

上記情報に基づき球状半導体と通信する通信部を有することを特徴とする球体接続器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、球状の半導体に電子回路や各種センサを形成する球体接続器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図17は従来の角型ICチップにパッドの接続をするときの位置決めの方法を示すものである。図17において、符号1はCPUや制御ロジック、メモリを搭載している角型ICチップ、2はボンディングの位置決めのためのCCDカメラ、3はボンディングの位置決めのために使用されるICチップ1上に形成されるマーク、4はワイヤー、5はワイヤーをボンディングす

るパッドである。

【0003】従来のパッドの接続技術では、工程ライン上にCCDカメラ2が設置されラインに流れてくるICチップ1を1つ1つ監視している。そしてワイヤー4をボンディングする工程の前にICチップ1の位置を同一方向に向くように制御する。その場合、ICチップ1上に形成されているマーク3を使用して、マーク3が同じ位置、および同じ向きになるようにしている。マーク3は品番などの数字やローマ字など、ICチップ1上のゴミなどとははっきりと区別できるものであれば何でも良いが、1つのICチップ1ではすべて同じパッドの接続をするのが一般的であることから、パッドの接続をおこなう装置であるワイヤーボンダーの設定を変える必要が無いようにするため、同一のマークにする必要がある。一方でICチップ1は1mm角以下のものや数百のパッドが配置される10mm角を超える大きなものもある。

【0004】図18は図17のように角型ではなく、球形上に回路やセンサなどを形成した半導体のボンディング方法を示す図である。図18において1a、および1bは球状の半導体(以下、球状半導体)である。これらの技術では図17のような平面のICチップに比べて同じ大きさでも使用面積が多くなり、大集積化が可能という特徴を持っているものである。また球状であるので平面ではウェファー中央と周辺という形状に起因する不均一性が無く、これに起因する種々の優れた特徴が有るが本件と直接関係しないので言及しない。もう一つの大きな特徴でその製造方法と関係するが球体の大きさが一定であるという点がある。原理的には球体の大きさは種々のものがあっても良いが、種々の大きさの球状の半導体製造設備より一定の大きさの球状の半導体製造設備が現実的であり、球状の半導体では球体の大きさが一定としてある。球体の大きさが一定であることで、集積可能な機能規模が限定される。このことに対しては、複数の球状半導体を必要なだけ自由に接続し機能を実現する。このことは球状半導体の電気的な接続を自由に簡単に行う技術の重要性を意味することとなる。特に球状半導体どうしを直接接続する技術が重要になる。球状半導体を接続する面にパッド5を設ける。また球状半導体どうしのパッドを合わせるために各々マーク3を設け、マーク3が所定の位置になったときに接続する。パッド5にバンダ突起を形成し、パッド5どうしが重なったときに高温にてハンダを溶かし、接続する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら球状半導体は球体であるがゆえ、平面の角型ICチップに比べてパッドの接続が非常に困難となる。なぜなら球体を固定させるには図18のように一点、さらに安定させるためにはその周辺を機械的に固定する必要があり、かつ図18に示すようなステッピングモーター6にて、固定点を中心に回転させてずれを修正していく必要があるからで

ある。図17のような角型ICチップの場合には、大きさが決まってしまうばマーク3の位置は90度毎の回転の4点に限定されることから、ICチップ自体の回転のパターンとして4つを設定しておけば良い。しかしながら球状半導体の場合には、パッド3の向きを対面に合わせこめたとしても、マーク3を所定の位置にあわせるには球状半導体1a、1bを各々、もしくは一方のみを360度回転させてすべての場合をCCDカメラ2にて監視する必要がある。このような方法では球状半導体どうしの接続に非常に時間がかかってしまい、生産効率が低下してしまうばかりでなく、機械的にも精密な制御が必要となり、歩留まりはその精度に左右されてしまうことから大量生産には向いていない、という問題があった。

【0006】また従来のICの機能検査においてはICテストにて各パッドに直接プローブを当てて、入力端子にテストパターンを流し、出力が期待された値であるかを判断している。しかしながら、ICテストでプローブを当てる場合にもパッドの接続と同等の位置決め精度が必要であり、先に述べたように球状半導体に関してはこれらは迅速に行うことは非常に困難である。

【0007】この発明が解決しようとする課題は上述のように、球状半導体は球体であるがゆえ、平面の角型ICチップに比べてパッドの整合をとるための位置合わせが非常に困難であるので球状半導体どうしの接続に非常に時間がかかってしまい、生産効率が低下してしまうばかりでなく、機械的に精密な制御が必要となり、歩留まりはその精度に左右されてしまうことから大量生産には向いていないということである。またICの機能検査において、ICテストでプローブを当てる場合にもパッドの接続と同等の位置決め精度が必要であり、球状半導体

に関してはこれらは非常に困難であることである。

【0008】請求項1の発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、球状半導体どうしを容易に接続できるように接続を仲介する球体接続器を提供することを目的とするものである。

【0009】請求項2の発明は、球状半導体どうしを球体接続器により容易に接続し、かつその接続状態を記憶することを目的とするものである。

【0010】請求項3の発明は、球状半導体どうしを球体接続器により容易に接続し、かつパッドのピン配置に制限をつけないことを目的とするものである。

【0011】請求項4の発明は、球状半導体どうしを球体接続器により容易に接続し、かつ球体接続器が情報を受信し、解析できることを目的とするものである。

【0012】請求項5の発明は、球状半導体どうしを球体接続器により容易に接続し、かつ球体接続器が受信した情報に対する処理をおこない、その結果を送信することを目的とするものである。

【0013】請求項6の発明は、球状半導体どうしを球体接続器により容易に接続し、かつ球体接続器が受信し

た情報に基づいて球状半導体と通信をすることを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、球体接続器が球面上にパッド部と電子回路とコイルを有し、パッド部はN対(N=1、2、3、・・・)の互いに相関したパッド面を有し、パッド面は複数のパッドを有し、電子回路は、パッド面のパッドの電気的な接続状態を検査判別する検査判別回路と、検査判別回路の結果に基づき相関したパッド面の対応するパッド間を電気的に接続するスイッチ部と、誘導磁界中にてコイルに誘導される交番電力を整流し内部電源を供給する電源部とを有するようにしたものである。請求項1～6の発明は、球体接続器に接続された球状半導体と球体接続器との接続は双方のパッド番号の整合を取らずに自由に接続される。これにより、パッドの接続作業時にパッド番号の整合作業を省くことが出来るようになる。球体接続器と球状半導体の接続は双方のパッド番号の整合を取らずに接続完了し、球体接続器に誘導磁界を与えると電源部はコイルに誘導される交番電力を整流し回路に電源を供給する。電源の供給を受けると検査判別回路はパッド面のパッドの電気的な状態を検査判別し、スイッチ部は相関したパッド面のパッド間を電気的に接続する。これにより、パッド面に接続された球状半導体と球体接続器との接続の整合が完了する。

【0015】請求項2の発明は、球体接続器の電子回路に不揮発性メモリを有し、検査判別回路の結果を不揮発性メモリに格納するようにしたものである。これにより、以後、誘導磁界なしに球状半導体と球体接続器との接続の整合が可能となる。

【0016】請求項3の発明は、球体接続器に接続された球状半導体のパッド部に設けられたピン毎の所定のコードを持つコード格納部からコードを読み出すコード解読部を有するようにしたものである。これにより、コードに基づいた接続の整合が可能となるので、ピン配置の整合性が無い球状半導体どうしの接続が可能となる。

【0017】請求項4の発明は、電子回路に、情報に応じて変調された誘導磁界より情報を解読する情報解読部を有するようにしたものである。

【0018】請求項5の発明は、電子回路に、情報に基づき所定の処置を行い、所定の処置の結果情報を送信する送信部を有するようにしたものである。

【0019】請求項6の発明は、電子回路に、情報に基づき球状半導体と通信する通信部を有するようにしたものである。

【0020】請求項4～6の発明は、情報解読部は、情報に応じて変調された誘導磁界より情報を解読する。これにより、情報に基づいた接続の整合が可能となるので、コード格納部が無く且つピン配置の整合性が無い球状半導体どうしの接続が可能となる。

【0021】請求項4～5の発明は、情報解読部により情報に応じて変調された誘導磁界より情報を解読し、電子回路は情報に基づき所定の処置を行い、送信部は所定の処置の結果情報を送信する。これにより、情報に基づいた接続の整合が成功裏に完了したことを確認することが可能となる。

【0022】請求項6の発明は、情報解読部により情報に応じて変調された誘導磁界より情報を解読し、通信部は情報に基づき球状半導体と通信を行い、電子回路は情報に基づき所定の処置を行い、送信部は所定の処置の結果情報を送信する。これにより、球状半導体の機能検査用のテストパターンを情報とすることで、球状半導体の機能検査を行いその結果を送り出すことが可能となる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図によってこの発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1は球状の半導体どうしを接続させた外観図、図2は図1における各球状の半導体のパッド部分を示した図である。図1において球状半導体a101と球状半導体b102との間にもうひとつ、球体接続器n103が接続されている。球状半導体a101と球状半導体b102は所定の回路を搭載したものであり、アナログ回路、デジタル回路、メモリ、CPUなど、どのような機能でも良い。一方球体接続器n103は球状半導体a101と球状半導体b102を接続する機能を搭載したものであり、パッド部分が球面の2箇所に設けられている。パッド部分の構成は球状半導体ならびに球体接続器が球面であることを考慮して所定の突起を形成しておく。球状半導体ならびに球体接続器は電源用のパッドVCC、GNDと、データ入出力として使用されるパッドPIN1～PIN8を所有している。なお各球状半導体において、VCC、GNDのピン配置は固定でも良いし、各々個別のピン配置にしても良く、またデータ入出力ピンの配置に関しても球状半導体a101と球状半導体b102との間で入出力で接続されるピンどうしをVCC、GNDを基準として同じ位置に配置しても良いし、別々にしても良い。また、データ入出力用のピンやVCC、GNDのピン数は用途により可変であっても良い。図3、図4は球体接続器の外観の一例をしめす図である。図3ではパッド面が対向して2つ、図4では4つ設けられているが、球体接続器n103のパッド面の位置、数は自由に配置できる。

【0024】次に球状の半導体どうしの接続例を示す。ICなどの半導体の製造工程においてはなるべく人の手を介さずにおこなうことが歩留まりの向上につながることから、一連の工程作業を密閉された空間でおこなうのが適当である。ここで球状半導体が球面であるという特異性を利用し、チューブ内で球状半導体を搬送しながら単体の球状半導体を生成し、その終盤工程で球状半導体を接続する方法が有る。その工程例を示したのが図5で

ある。図5において、単体の球状半導体としてパッドまで形成され、かつパッドには接続用のハンダの突起が付着されている球状の半導体が搬送されている。チューブ内部には下から気体が常時流れている。ここで、まず最初に球状半導体a101がチューブ上方から落下する。前述したようにチューブ内には下から気体が流れており、この気体によりハンダまで付着した球状半導体a101は、落下している過程において自動的に所定方向に向きをそろえる。図5ではチューブ内は下から上へ気体の流れであり、球状半導体a101もその流れの中を落下しながら、パッド部分が上を向いている状態を示している。なお、この工程で流れている気体はハンダの融点以上の高温とする。

【0025】接続の工程においてはチューブの一部径を狭くする部分を設け、チューブ壁との空隙が狭くなることで流体抵抗の増加により球状半導体の落下する速度を緩めるようにする。一方、球状半導体a101に続いて、接続機能を搭載した球体接続器n103が落下されるが、球状半導体a101同様に方向が固定されて、パッドが搬送方向に向いた状態で落下する。やや狭くなっているチューブ内を落下している球状半導体a101の速度に比べて球体接続器n103の速度が速いことから、やがて2つの球状半導体は接近し、接触する。ここで前述したように、気体はハンダが溶ける程度の高温になっていることから、双方のパッド部のハンダは溶けている。この状態でパッド上のハンダどうしが接触すると、表面張力によりパッドどうしが正対するような相互位置補正力が生じ、相対する2つのパッドどうしが接着され、かつ一直線上に配列する。この作業を次に落下してくる球状半導体b102にもおこない、球体接続器n103の反対側の面のパッドと接続させる。その後チューブ内の気体の温度を下げて、ハンダを冷やし凝着させる。これにより図1に示すような2つの球状半導体と1つの球体接続器が接続された状態を作り出す。

【0026】この方法の場合にはお互いに接続するピン間の相対位置を指定していないので、ピンどうしの接続の結果は工程ごとにはばらばらであり、ピンどうしの整合はとれていないが、上記の方法によれば従来のような精密な位置合わせは必要と無くなり、接続にかける時間を短縮することが可能となる。なお、本発明では精密な位置合わせを必要としない方法で、とにかく相対するパッドどうしが接続できる方法であればどのような方法を用いてもよく、これによらない。

【0027】次に接続された球状半導体の内部ブロックとその動作について説明する。図6は球体接続器n103の内部ブロック図、図7は球体接続器n103に接続される球状半導体a101および球状半導体b102の内部ブロックの例を示す図、図8は球体接続器n103のピンセレクト機能を搭載したピンセレクト回路のブロック構成を示す図である。図6において、球体接続器n

103はコイル601と、整流器602、リミッター603、レギュレータ604からなる電源部605、ピンセレクト回路、メモリにより構成され、コイル601は整流器602に接続され、整流器602の出力はリミッター603、レギュレータ604に接続され、レギュレータ604の出力、およびメモリ606はピンセレクト回路607に接続される。またピンセレクト回路607は検査判別回路608とスイッチ部609とコード解読部610から構成され、パッド611を備えている。以下に各ブロックの動作を示す。球体接続器n103は電磁誘導などによりつくられる高周波信号をDC電源に変換する機能を搭載する。球体接続器n103には高周波信号を受信するためにコイル601を搭載しているが、コイル601とキャパシタによる並列共振回路で構成しても良い。コイル601は球体であることを利用し、図3や図4のように球面上にアルミ配線などで形成する。外来からの高周波信号の周波数に制限はなく、数百kHzの長中波や短波、数GHzのマイクロ波などが考えられ、後段の整流器602等を構成できるICプロセスの制約や受信効率などにより適当なものを選択する。なお高周波信号は無変調波でよく、シグナルジェネレータなどで与えることができる。コイル601に誘起された高周波信号は後段の整流器602により整流され直流となり、リミッター603、レギュレータ604により電圧制御をおこない、動作電源電圧であるVCCを作成する。VCC、GNDは球体接続器n103の動作電源として使用される。

【0028】一方、図7には球体接続器n103に接続される球状半導体a101および球状半導体b102の内部ブロックの例を示しており、球体接続器n103に接続されているデータ入出力用ピン701および電源用のVCCピン702、GNDピン703とCPU704とデジタルロジック705、メモリ706、他で構成され、VCCピン702、GNDピン703はパワーオンリセット回路707に接続され、各データ入出力用ピン701はデジタルロジック705、CPU704などに接続され、メモリ706はCPU704、デジタルロジック705に接続されている。また各データ入出力用ピン701にはピンコードレジスタ708が接続されている。データ入出力用ピン701は他の球状半導体とのデータの受け渡しをおこなうピンであり、従来のICチップと同様の機能を持っている。つまり球状半導体a101と球状半導体b102が球体接続器n103を介して接続されている場合には、球状半導体a101の出力データは球状半導体b102の入力データとなり、逆に球状半導体b102の出力データは球状半導体a101の入力データとなる。デジタルロジック705、CPU704、は従来のICチップと同じように計算機能、メモリ制御機能、などを搭載している専用、もしくは汎用のものであり、制御方法は自由である。またメモリ706

に関しても同様に種類に制限はない。ピンコードレジスタ708は各々のピンを区別することができるようにあらかじめ設定されたコードを格納するレジスタであり、コードに関しては数ビットの符号などが考えられるが、ピンを区別できればどのような符号を用いても良い。ただし、電源が低下してパワーオフした場合でもコードが消えないようにROMなどにコードを書き込んでおくか、ハードロジックにてあらかじめ設定しておく。なお、後にピンコードレジスタ708を必要としない実施例も述べる。

【0029】図8は球体接続器nに搭載されている、接続される球状半導体の各ピンをセレクトする機能をもつピンセレクト回路のブロック構成をより具体的に示す図であり、高周波信号を整流して作られたVCC、GNDがピンセクター801に入力されている。ピンセクター内部には各球状半導体のVCC、GNDを探し、かつ各球状半導体の入出力ピン情報から球状半導体aと球状半導体bの入出力ピンの正当性を判断する検査判別回路と、その結果に基づき各球状半導体と接続するスイッチ部、およびコード解読部が搭載されている。なお、球体接続器nが2つの面にパッド部を持っているとすると、図2の例ではデータ用のピンは全部で16ピンとなる。以下に図10、図11、図12、図13のフローチャートを用いて各ブロックの動作を説明する。ピンセクター801はVCC、GNDが入力された時点で球状半導体aのVCC、GNDピンを図9のサーチ回路901にて走査して、検索、検査をおこなう（ステップS102）。なお、サーチ回路901は検査判別回路の一機能を満たすものである。検索の方法として、球状半導体aのピンに電圧を印加し、そのインピーダンス変化を検出することなどが考えられる。図9に示すように、サーチ回路901の電圧調節器902にはインピーダンス変化検知機能が内蔵され、電圧を印加することにより発生するインピーダンスの変化を検知するとともに、検索時に球状半導体の各ピンへ印加する電圧を制御する。例えば、球状半導体aに印加する電圧を0.5V以下にして球体接続器nから球状半導体aのサブストレートに大電流が流れることを防ぎつつ微量のインピーダンスの変化を捕捉する方法や、逆に1V以上の電圧を印加してAC的な大きなインピーダンス変化を瞬時に捕捉する方法などが考えられるが、球状半導体と球体接続器nとの間で適した方法を用いればよい。サーチ回路901ではスイッチ903にてVCC、GNDピンと球状半導体aの各ピンを順に接続していくが、スイッチングの順番は自由である。一方で各球状半導体のピンの配列が規定されている場合、球体接続器nはサーチ時間を短縮することができる。

【0030】上記方法により球状半導体aのVCC、GNDピンを検索できた後（ステップS203）、球状半導体bに対しても同様の検索をおこなう。今回の例では

球体接続器 n には 2 つの球状半導体が接続されているが、球状半導体の接続数には制限が無く、全ての球状半導体の VCC、GND が検索できるまで上記作業をおこなう（ステップ S104）。

【0031】球体接続器 n は全ての球状半導体の VCC、GND 検索が終了した後、さらに検査判別回路にて各球状半導体の入出力データピンを選択し、その結果からスイッチ部にて対応するピンどうしを接続する作業をおこなう。それら機能はピンセレクターに納められている。最初に入出力ピンのピン配置が事前に決定している場合の例を述べる。ピン配置が事前に決定しているとは接続前の製造段階で VCC、GND ピンを基準として対応するピンどうしの配置が決まっている場合のことであり、球状半導体 a のピン番号と球状半導体 b のピン番号が一致しており、かつ入出力のどちらであるかが球体接続器 n が把握しており、それに併せた入出力バッファのみを搭載していることを意味する。具体的に示すと図 2 において、球状半導体 a と球状半導体 b の VCC、GND とピン番号は同じであり、球状半導体 a の PIN1 が出力とすると、そこに接続されるのは球状半導体 b の PIN1 であり、かつ入力となっている、ということである。よって球体接続器 n が VCC、GND を検索した時点で既に球状半導体 a と球状半導体 b との間では対応したピンどうしが正当性のある接続をしたことになり（ステップ S204）、入出力データピンの接続にかかる時間はほぼ 0 となる（ステップ S105）。ここで、接続を終了した後、再度 VCC、GND を探す手間を省くため、ピン配置情報をメモリに書き込む（ステップ S106）。メモリとしては、球体接続器 n への高周波信号が途絶え、動作電源電圧以下になりパワーオフしてしまった場合でも各球状半導体との接続情報が維持されるように、ヒューズで接続、断線の状態を設定できるようなヒューズタイプの不揮発性のものなどが望ましい。これにより以降、球状半導体どうしの通信はあたかも直接球状半導体どうしを接続しているのと同じ状態となり、球体接続器自体の電源は不要とすることができる。図 14 はパッド間の整合完了後の球体接続器 n の機能イメージ図を示しているが、上述したように球体接続器 n は各球状半導体のピンの整合をとり、それに従って各ピンを電気的に接続する機能を有するものである。

【0032】次に球体接続器 n に接続されている各球状半導体のピン配置が不明である場合について述べる。大量に生産されるものであればピン配置を固定し、固定バッファを持った球体接続器 n を使用することで入出力データピンを選択する時間が短縮され有効であるが、少量でかつ特定用途に使用される球状半導体どうしを接続する場合には、それぞれに専用の固定バッファを持つ球体接続器 n を製造する必要がある、処理が煩雑になってしまう。そこでどのような球状半導体と接続された場合でも対応できる球体接続器 n の制御方法を以下に示

す。VCC、GND を検索した後、球体接続器 n のコード解読部は球状半導体 a の各入出力データピンに対してピンコードを読み出すコマンドを送信する（ステップ S110）。ピンコードには入出力情報や接続すべきピンの情報、などがコード化されている。例えばピンコードを 4 ビットデータとし、上位 1 ビットを入出力情報、下位 3 ビットをピン番号などにする。なおピンコードは製造時にあらかじめ設定されている。ピンコードを読み出すコマンドは球状半導体の各ピンに接続されているピンコードレジスタに入力され（ステップ S210）、ピンコードレジスタはそれに応じてピンコードを球体接続器 n に送信する（ステップ S211）。この場合、球状半導体 a101、および球状半導体 b102、および球体接続器 n はピンコードコマンドおよびピンコードの送受信にあわせて入出力バッファの入力と出力を切り替えるようにする。球体接続器 n のコード解読部は全ての球状半導体に対して上記動作をおこない、全てのピン配置に関する情報を入手した後（ステップ S112）、検査判別回路にて各ピンの正当性を判断してスイッチ部にて球状半導体 a101 と球状半導体 b102 の対応するピンどうしの接続をセレクトする（ステップ S105）。ピンコードには入出力の情報も入っているので、それにあわせて I/O セレクターでは入出力バッファの入力と出力をイネーブル信号 EN にて切り替える（ステップ S107）。これにより各球状半導体どうしの対応したピンが接続される（ステップ S204）。以上の方法により、球体接続器 n が事前にピン配置情報を持っていない場合にも、各球状半導体を正當に接続することが可能となる。なおピンのセレクト結果は前述したものと同様にメモリに書き込んでおくと同じ効果をもつことができる。

【0033】以上に述べたように、従来であれば直接接続していた球状半導体どうしの間に、各球状半導体の入出力データピンの正当性を判断し、対応したピンをセレクトして接続する機能を持つ球体接続器を設けることにより、球状半導体どうしの接続の際に非常に精度の高い位置決めをする必要がなくなり、接続にかかる時間を大幅に短縮することが可能になると共に、位置決めに必要な機械的精度による歩留まりの低下を防ぐことが可能となる。

【0034】実施の形態 2. 前述にて、球状半導体どうしの接続が従来の方法では高速処理が困難であったが本発明により解決することを説明した。しかしながら球状半導体の機能検査に関しても同様な問題が発生する。従来の IC の機能検査においては IC テスタにて各パッドに直接プローブを当てて、入力端子にテストパターンを流し、出力が期待された値であるかを判断している。しかしながら、IC テスタでプローブを当てる場合にもワイヤボンディングと同等の位置決め精度が必要であり、先に述べたように球状半導体に関してはこれらは非常に困難である。そこで球状半導体に適するテスト方法につ



いて以下に述べる。

【0035】本発明においては上記問題を解決するために、球状半導体どうしを接続する球体接続器を介してテストパターンを入力し、その出力を取り出す方法を提案する。図15に球状半導体どうしを接続する球体接続器nで本実施の形態に係る内部ブロック構成図、図16にはより具体化したICの機能検査用の球体接続器nの内部ブロック構成図を示す。本実施の形態では図15の機能を搭載した球体接続器nを提案する。すなわち大きく分けてコイル1501、電子回路1502、パッド部1504のブロックがあり、パッド部1504はN対の互いに相関したパッド面を有し、対向したパッド面は複数のパッド1505を有している。電子回路1502は前記パッド部1504の球状半導体と電氣的に整合のとれた接続を行うことに関する検査判別回路1506、スイッチ部1507、不揮発メモリ1509、コード解読部1510と、非接触で外部と通信することに関する情報解読部1511、送信部1512と、各球状半導体とデータのやりとりを行うことに関する通信部1513、それに、コイル1501によって受けた交番電力を整流して内部電源を供給する電源部1508を搭載している。

【0036】以下、図16を用いて具体的なICの機能検査の方法を述べる。なお、図16ではより効率良く処理するために、図15における情報解読部1511と通信部1513を復調部1607とテストロジック1611に統合している。コイル1601、整流器1602、リミッター1603、レギュレータ1604、およびピンセレクト回路1605に関しては実施の形態1と同様の機能を持っている。それ以外にコイル1601にキャパシタ1606をつけて並列共振回路とし、そこに復調部1607、変調部1608およびインピーダンスを変化させるための受動素子1609とトランジスタ1610が接続され、復調部1607の出力と、変調部1608の入力がテストロジック1611に接続される。以下に詳細の動作を述べる。

【0037】ICの機能検査にはアナログ的な特性、デジタル的な特性、およびメモリの特性に関するテストなどが考えられる。アナログ的な特性とはICの消費電流、入出力電圧特性、などであり、デジタル的な特性とは機能特性、遅延特性などがある。一方、メモリの特性に関しては書き込み、読み出し動作の確認などである。これらのテストは通常ICテスターにテストプログラムを入力し、テスターのプロブを直接ICチップのパッドに設置して、一括して順次テストパターンを流していく方法をとる。一括しておこなう理由は、ICチップのパッドにプロブを当てる回数が増えるにつれてICチップの信頼性が低下し、歩留まりが悪くなっていくからである。また複数種のICチップをテストするには各々個別のテスト工程を設ける必要があり、設備投資がかかってしまうという問題がある。本発明ではこれらの問題

に關しても解決する手段となっている。

【0038】実施の形態1では誘導磁界により高周波信号を球体接続器nに供給し、球体接続器n内の整流器で直流に変換して動作の電源を作成することを述べた。この場合、高周波信号は無変調波でよく、誘導磁界を発生するものには変調機能は必要ではなかった。この実施例では変復調機能をもつリーダライタを用いてテストデータの送受信をおこなう方法を述べる。図16においてリーダライタ1621は変調部1622、復調部1623、および送信部1624、受信部1625を装備する。リーダライタ1621は変調器(変調部1622)にてCPU1626からのデータにあわせて発振器1627の信号に変調をかける。発振器1627からの信号は前述したように長中波や短波、マイクロ波などが考えられるが、長中波や短波を使用することにより変復調部の構成が簡単となる。一方CPU1626からの信号はICテスター1631から伝送されるテスト内容を符号化したものなどである。ICテスター1631から送信されるテスト内容は従来テスターに入力するプログラムとし、CPUにて各端子へのパターンを生成させる方法でも良いし、テスターで既に各端子のテストパターンを作成してCPUにてそれを符号化する方法などユーザにて自由に設定することが可能であり、それによらない。変調方式も自由であり、ASK(Amplitude Shift Keying)やFSK(Frequency Shift Keying)など、いずれでも良い。ただし、通常の給電時との区別をするため、テストであることを示すコマンドを通信のはじめに付加する。変調された信号は送信部1624に伝達され、通信エリアに誘導磁界として放出される。送信部1624としては図16に示すようにLCR直列共振回路などが考えられる。

【0039】球体接続器nは変調された高周波信号をコイル1601にて受信すると整流器1602にて直流に変換してレギュレータ1603にて動作電源を作成すると共に、実施の形態1で示したように接続されている球状半導体の各端子の電氣的な整合接続作業をおこなう。この場合、リーダライタ1621は通信の最初に無変調波を送信して上記作業を先におこなわせることもできる。一方で球体接続器nは復調部1607により高周波信号の復調をおこない、テストロジック1611にその結果を伝達する。テストロジック1611では復調信号からテストをおこなうコマンドを検知し、接続されている球状半導体にもその旨を伝える。この方法として、例えば接続されている球状半導体のピンにテストモードか否かを区別するものを設け、そのピンがアクティブであった場合にはテストモードと判断して、各球状半導体は内部回路をテスト用に切り替えることなどが考えられる。球体接続器nのテストロジックでは受信したデータを各ピンに振り分ける作業をおこない、従来のテスターのようにテストパターンを球状半導体に流す。その場合に



は、例えば接続されている球状半導体の1つのみを選択して単体のテストをおこなっても良いし、複数の球状半導体を接続させたまま同じ、または異なるテストを一齐におこなったり、複数の球状半導体を接続した場合のテストをおこなっても良い。

【0040】テストパターンを受け取った各球状半導体は、そのパターンを使って内部の回路を動作させて、その結果を出力する。球体接続器nのテストロジック1611はそのデータを収集し、そのまま変調部1608に伝達してもよいし、テストロジック1611にてそのテスト結果が正常であるか、異常であるかを判断してその判断結果のみを変調部1608に伝達しても良い。テスト結果の判断する方法として、メモリに正常な結果をあらかじめ格納しておき、テストの際にそのデータを読み出し、接続されている球状半導体からの出力結果と比較することなどが考えられる。またテストに使用するテストパターンもメモリにあらかじめ格納しておき、リーダライタ1621からはテストの種類のみを指示し、その指示にあわせてテストパターンを適宜メモリ1612から読み出すことも考えられる。なお、メモリ1612にはヒューズタイプに加え、EEPROMなどの不揮発性メモリも採用する。これら方式を採用することにより、リーダライタ1621との通信にかける時間を短縮できるので通信エリア内のノイズなどによる通信の不具合の影響を極力避けることができ、テストの信頼性をあげることが可能となる。テストロジック1611からテスト結果を伝達された変調部はそのデータにあわせて変調をかける。図16の例では変調部1608にて変調されたデータにあわせてFET(トランジスタ)1610をオンオフさせて球体接続器nのインピーダンスを変化させることで通信エリア内に微弱な電磁場の変化を作っている。

【0041】リーダライタ1621は球体接続器nが発する電磁場の変化を共振回路アンテナで構成された受信部1625にて受信し、フィルタリングと信号増幅をおこない、復調部1623に伝達する。復調部1623は復調結果をCPU1626に伝達し、CPU1626にてテスト結果を判断、もしくはICテスター1631にてテストの出力データを伝達し、ICテスター1631にて結果を判断する。テストの結果から正常か否かを判断し、不良品の場合には工程ラインから破棄するなどして正常品と分別する。なお、リーダライタ1621と球体接続器n間の通信方式、およびそれに必要な通信用回路はそれぞれのアプリケーションに適するものを採用すれば良く、本発明で示したものは一例であり、これによらない。

【0042】以上のように本実施の形態では、リーダライタ1621から送信されたテストデータを球体接続器nが受信、復調し、テストロジック1611にて各球状半導体にテストパターンを振り分けて伝達し、接続され

た各球状半導体はそのテストパターンをつかってテストをおこない、その結果を球体接続器nに伝達し、球体接続器nのテストロジック1611はその結果を収集して解析し、変調をかけてリーダライタ1621に送信し、リーダライタ1621はその結果から接続されている球状半導体が正常品か否かを判断しているため、従来のテスト工程のようにプローブを当てるための球状半導体の微妙な位置合わせが必要と無くなるので検査時間の短縮につながるほか、テスターのプローブを各球状半導体のパッドに当てる必要が無いことから球状半導体の品質の低下を防ぐことが可能となり、さらに複数の球状半導体を同時にテストできる。

【0043】なお、上記の実施例ではテスト方法について述べたが、各球状半導体との通信に関することなどにも使用できる。例えば実施の形態1において、外部より各球状半導体のピン配置に関する情報を球体接続器のコイルにて受信し、情報解読部にて情報を解読し、その結果に従い各球状半導体とのピン接続をおこなうことも可能となり、その場合にはピンの検索時間を短縮することが可能となる。さらに球体接続器は、接続された各球状半導体との接続結果やメモリに書きこんだ各球状半導体のコード情報を送信部にて送信することも可能であり、その場合には接続作業が正常に完了したかどうかを外部から判断することが可能となる。また球状半導体内のメモリに対しての初期値書き込みや、各球状半導体の処理出力結果などを外部に伝達する、などの球体接続器を使った非接触による伝達なども可能であり、図15の情報解読部、送信部、通信部をアプリケーション毎に自由に使用することができる。

【0044】上記ではIC(Integrated Circuit)を搭載した球状半導体の例を示したが、マイクロマシニング技術により各種センサを球状の半導体に形成し、球状半導体として用いても良い。また実施の形態1と2では球体接続器と球状半導体の接続方法に説明したが、球体接続器の機能を持ってすれば球体接続器どうしが本発明の方法により容易に接続できることは明らかである。

【0045】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明によれば、球体接続器は球面上にパッド部と電子回路とコイルを有し、パッド部はN対(N=1、2、3、・・・)の互いに相関したパッド面を有し、対向したパッド面は複数のパッドを有し、電子回路はパッド面のパッドの電気的な接続状態を検査判別する検査判別回路と、検査判別回路の結果に基づき相関したパッド面の対応するパッド間を電気的に接続するスイッチ部と、誘導境界中にてコイルに誘導される交番電力を整流し内部電源を供給する電源部とを有するので、球状半導体どうしの接続の際に本発明の球体接続器を介して接続することで、接合作業後に球状半導体どうしのパッド間の接続の整合を電気的に行えるようになり、従来技術で必要とされた非常に精

度の高い位置決めをする必要がなくなり、接続にかかる時間を大幅に短縮することが可能になると共に、位置決めに必要な機械的精度による歩留まりの低下を防ぐことが可能となる。

【0046】請求項2の発明によれば、電子回路は不揮発性メモリを有し、検査判別回路の結果をこのメモリに格納するので、誘導磁界中にてコイルに誘導される交番電力が消失し内部電源が供給されなくなっても接続情報が維持され、再度動作可能状態になったときには即座に球状半導体との整合のとれた接続の維持が可能となる。

【0047】請求項3の発明によれば、球体接続器は接続された球状半導体のパッド部に設けられたピン毎の所定のコードを持つコード格納部からコードを読み出すコード解読部を有するので、パッド部のパッドが所定の順序で配列していない場合でも球状半導体との整合のとれた接続とその維持が可能となる。

【0048】請求項4の発明によれば、誘導磁界は情報に応じて変調された磁界であり、電子回路は情報により変調された誘導磁界より情報を解読する情報解読部を有するので、情報としてパッドに関する情報を送ることが出来、パッド部のパッドが所定の順序で配列していない場合でも球状半導体との整合のとれた接続とその維持が可能となる。

【0049】請求項5の発明によれば、電子回路は情報に基づき所定の処置を行い、所定の処置の結果情報を送信する送信部を有するので、情報としてパッドに関する情報を球体接続器に送ることが出来、パッド部のパッドが所定の順序で配列していない場合でも球状半導体との整合のとれた接続とその維持と共に、接続作業が正常に完了したことを球体接続器より送信し外部で確認することが可能となる。

【0050】請求項6の発明によれば、電子回路は情報に基づき球状半導体と通信する通信部を有するので、球状半導体のテストを非接触でおこなうことが可能となり、テスト工程において従来のようにプローブを当てるための球状半導体の微妙な位置合わせが必要と無くなり検査時間の高速化につながるほか、テスターのプローブを各球状半導体のパッドに当てる必要が無いことから球状半導体の品質の低下を防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る球状半導体と球体接続器の接続の外観を示す説明図である。

【図2】 この発明の実施の形態1に係るパッド部の外観を示す説明図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係る球体接続器の外観を示す説明図である。

【図4】 この発明の実施の形態1に係る球体接続器の外観を示す説明図である。

【図5】 この発明の実施の形態1に係るパッド部の接続方法を示す説明図である。

【図6】 この発明の実施の形態1に係る球体接続器のブロック構成の示す構成図である。

【図7】 この発明の実施の形態1に係る球状半導体のブロック構成を示す構成図である。

【図8】 この発明の実施の形態1に係る球体接続器のピンセレクト回路のブロック構成を示す構成図である。

【図9】 この発明の実施の形態1に係る球体接続器のピンセレクト回路内のサーチ回路の構成を示す構成図である。

【図10】 この発明の実施の形態1に係る球体接続器の接続過程を示す説明図である。

【図11】 この発明の実施の形態1に係る球体接続器の接続過程を示す説明図である。

【図12】 この発明の実施の形態1に係る球状半導体の接続過程を示す説明図である。

【図13】 この発明の実施の形態1に係る球状半導体の接続過程を示す説明図である。

【図14】 この発明の実施の形態1に係る球体接続器の接続のイメージを示す説明図である。

【図15】 この発明の実施の形態2に係る球体接続器のブロック構成を示す構成図である。

【図16】 この発明の実施の形態2に係るリーダライタと球体接続器のブロック構成を示す構成図である。

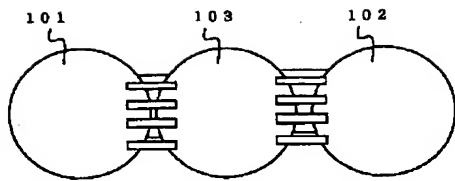
【図17】 従来の角型チップのワイヤボンディングに関する説明図である。

【図18】 従来の球状半導体の接続に関する説明図である。

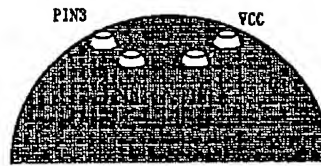
【符号の説明】

101…球状半導体a、102…球状半導体b、103…球体接続器n、601…コイル、602…整流器、603…リミッター、604…レギュレータ、605…電源部、606…メモリ、607…ピンセレクト回路、608…検査判別回路、609…スイッチ部、610…コード解読部、1501…コイル、1502…電子回路、1503…パッド、1504…パッド部、1505…パッド、1506…検査判別回路、1507…スイッチ部、1508…電源部。

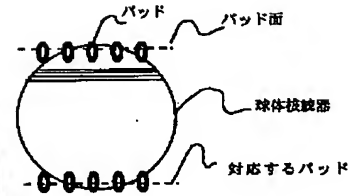
【図1】



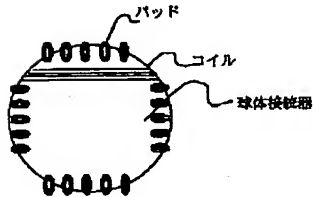
【図2】



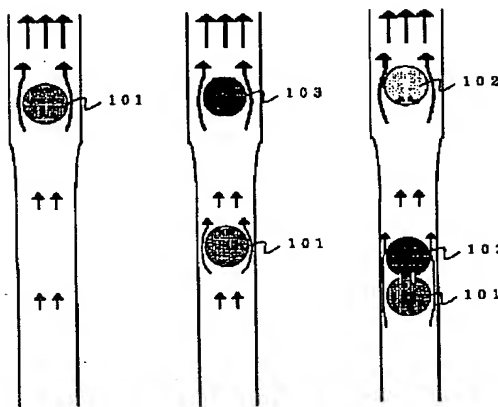
【図3】



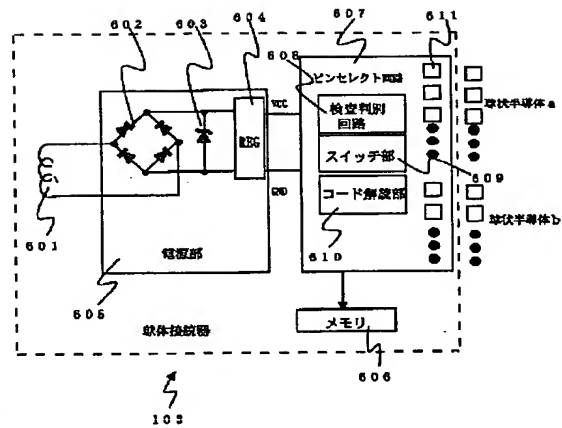
【図4】



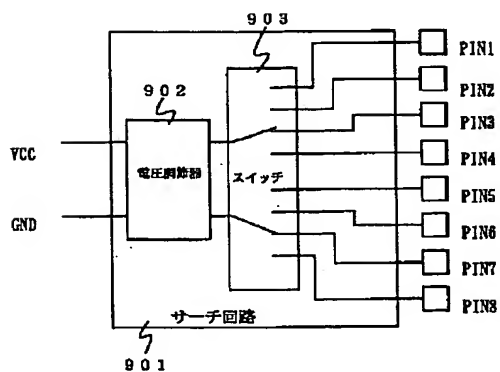
【図5】



【図6】



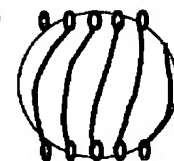
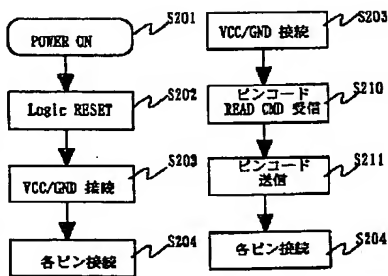
【図9】



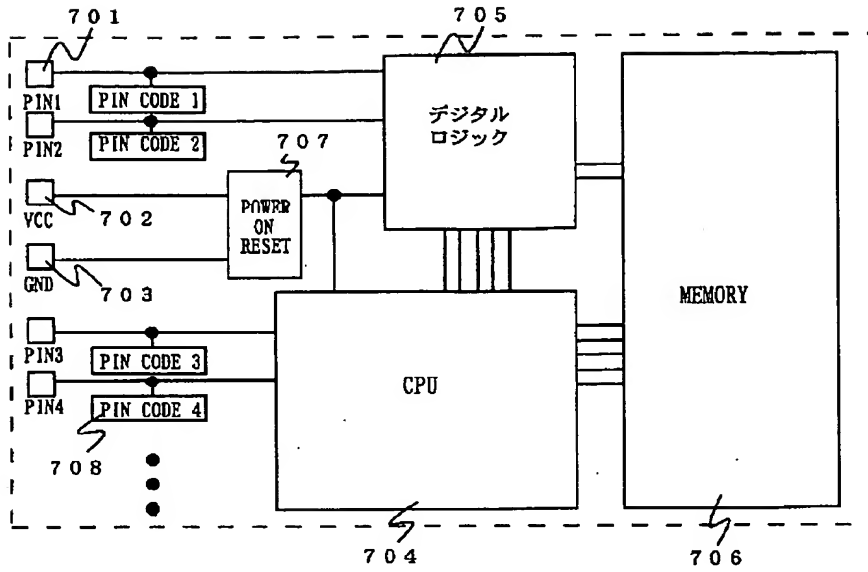
【図12】

【図13】

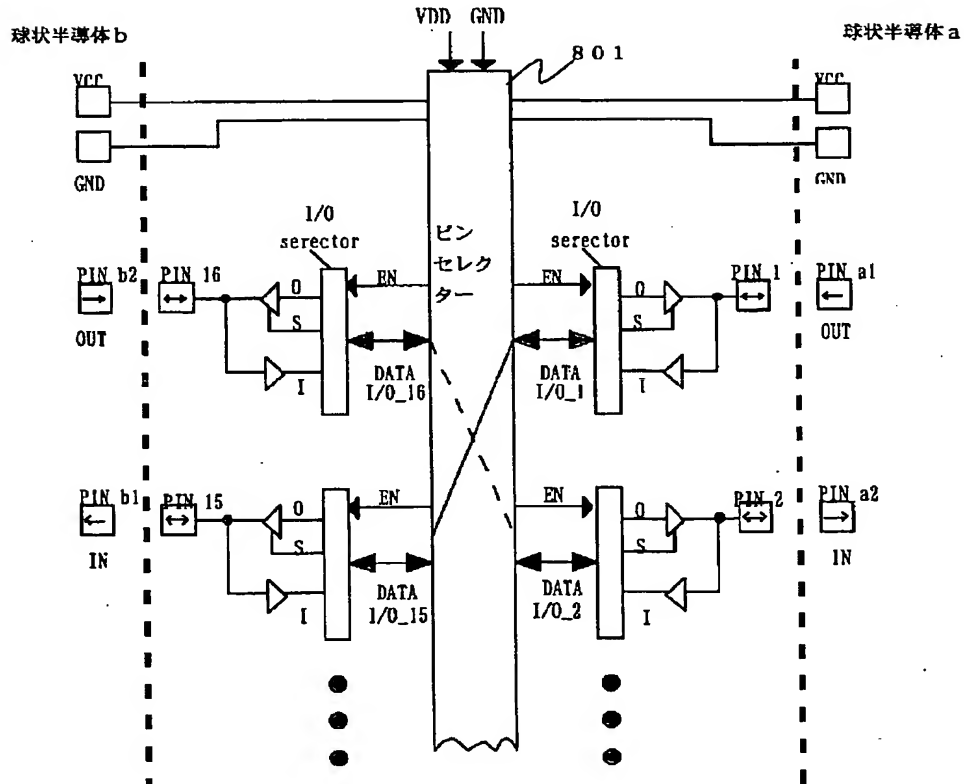
【図14】



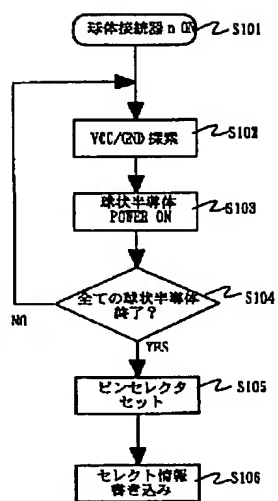
【圖 7】



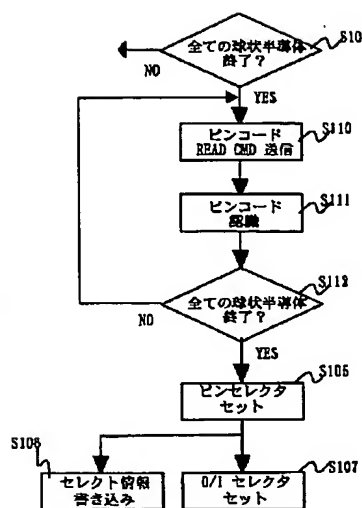
【図8】



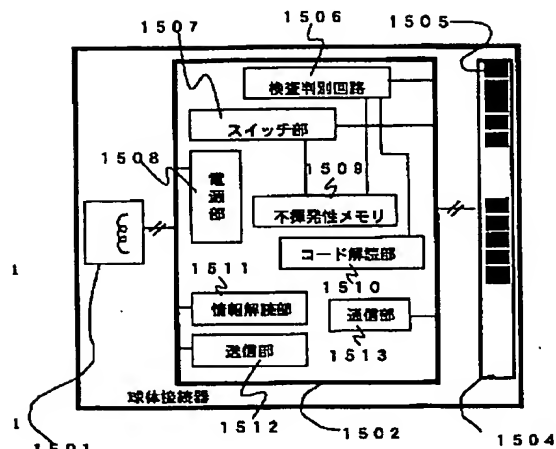
【図10】



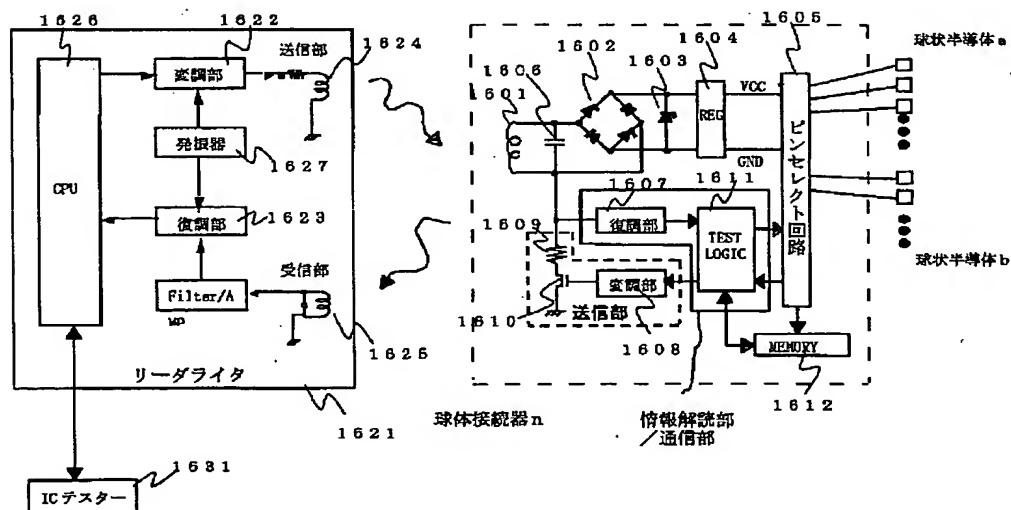
【図11】



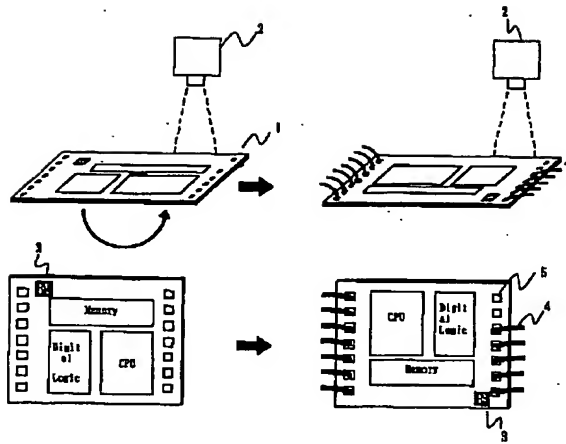
【図15】



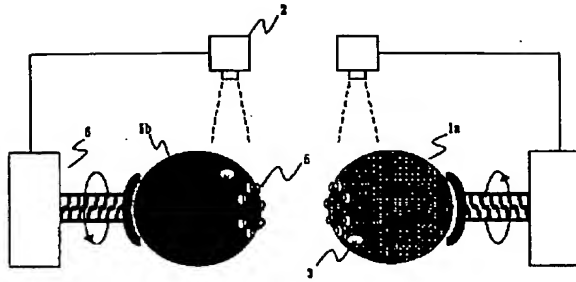
【図16】



【図17】



【図18】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**